

УДК 621.537.528:621.762.3

А.С. Торпаков, канд. техн. наук, О.М. Сизоненко, д-р. техн. наук, проф.,

Є.В. Липян, канд. техн. наук, М.С. Присташ, канд. техн. наук

Інститут імпульсних процесів і технологій НАН України, Україна

ЕЛЕКТРОРОЗРЯДНИЙ МЕТОД СИНТЕЗУ КОМПОЗИТУ СИСТЕМИ TiC–Ti

A. Torpakov, Ph.D., O. Syzonenko, Dr., Prof., Ye. Lypian, Ph.D., M. Prystash, Ph.D.

ELECTRIC DISCHARGE METHOD OF SYNTHESIS OF TiC–Ti SYSTEM COMPOSITE

Для отримання композиту TiC – Ti використано новий підхід, який полягає в тому, що синтез TiC, відбувається в дві стадії. На першій стадії відбувається активування та підготовка поверхні порошків Ti і синтез TiC та нановуглецю різних алотропних модифікацій під час обробки порошків високовольтним електричним розрядом (ВЕР) у вуглеводневій рідині. Вплив на середовище при ВЕР обробці є багатофакторним, і одним з факторів, що впливають на дисперсність та фазовий склад порошку, є вплив плазми міжчасткових розрядів на порошок, що оброблюється.

Високі значення температури і тиску плазмових каналів сприяють інтенсифікації протікання хімічних реакцій і забезпечують оплавлення частинок з подальшою абляцією металу, що можливо дослідити та обґрунтувати теоретично. Результати виконаного теоретичного моделювання взаємодії металу частинки та плазми міжчастинкового розряду свідчать, що ступінь руйнування частинки в результаті випаровування за один розряд може варіюватися від 2 % до повного руйнування. На другій стадії при іскро-плазмовому спіканні (ІПС) відбувається синтез композиту TiC–Ti при збереженні наноструктури. При цьому енергетичні витрати на ВЕР підготовку шихти складають 2,5 кВт·год/кг, а на ІПС шихти – 0,5 кВт·год/кг. Визначено оптимальні параметри ВЕР обробки порошку Ti в дисперсній системі «вуглеводнева рідина – порошок» для синтезу порошку TiC–Ti ультрадисперсного діапазону (від 300 до 600 нм), які полягають у обробці порошку як у етиловому спирті, так і у гасі з питомою енергією від 10 до 20 МДж/кг (вміст карбіду $C_{TiC} \sim 19\%$ та $\sim 23\%$ відповідно).

Досліджено процеси структуроутворення композиційного матеріалу TiC–Ti при консолідації методом ІПС з температурою $T = 1100^\circ\text{C}$, швидкістю нагрівання $10^\circ\text{C}/\text{с}$ та витримкою протягом 180 с та відпрацьовано технологічні прийоми компактування композитів. Встановлено, що консолідація суміші Ti – TiC після ВЕР обробки дозволяє збільшити вміст TiC у компакті з 19 % до 30 % при консолідації суміші, обробленої з питомою енергією 10 МДж/кг, та з 23 % до 87 % при консолідації суміші обробленої з питомою енергією 20 МДж/кг. Встановлено, що збільшення питомої енергії до 20 МДж/кг і більше, призводить до накопичення вільного вуглецю, що негативно впливає як на процес ІПС, так і на властивості отриманого металоматричного композиту.

Отриманий за встановленими оптимальними режимами обробки та консолідації композиційний матеріал системи TiC–Ti має твердість за Віккерсом до 4,8 ГПа та зносостійкість до 1,7 м/мг, при цьому мікротвердість зміцнюючих частинок сягає $H_v = 2,8$ ГПа.